

#3

Docket No. 1075.1134/JDH



IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Patent Application of:)	
)	
Nobuaki USUI, et al.)	
)	Group Art Unit: Unassigned
Serial No.: New)	
)	Examiner: Unassigned
Filed: September 22, 2000)	
)	
For: HALFTONING METHOD AND)	
APPARATUS, AND COMPUTER-)	
READABLE RECORDING MEDIUM)	
IN WHICH HALFTONING)	
PROGRAM IS RECORDED)	

**SUBMISSION OF CERTIFIED COPY OF PRIOR FOREIGN
APPLICATION IN ACCORDANCE
WITH THE REQUIREMENTS OF 37 C.F.R. §1.55**

*Honorable Commissioner of
Patents and Trademarks
Washington, D.C. 20231*

Sir:

In accordance with the provisions of 37 C.F.R. §1.55, the applicant(s) submit(s)
herewith a certified copy of the following foreign application:

Japanese Patent Application No. Hei 11-340255
Filed: November 30, 1999.

It is respectfully requested that the applicants be given the benefit of the foreign filing
date as evidenced by the certified papers attached hereto, in accordance with the requirements
of 35 U.S.C. §119.

Respectfully submitted,
STAAS & HALSEY LLP

Date: September 22, 2000

By: _____

James D. Halsey, Jr.
Registration No. 22,729

700 Eleventh Street, N.W., Suite 500
Washington, D.C. 20001
(202) 434-1500

日本国特許庁

PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

1c907 U.S. PTO
09/667439
09/22/00

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されて
る事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed
in this Office.

出願年月日

Date of Application:

1999年11月30日

願番号

Application Number:

平成11年特許願第340255号

願人

Applicant(s):

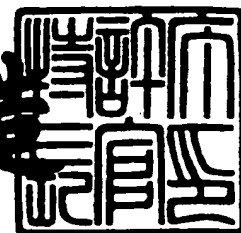
富士通株式会社

CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT

2000年 8月11日

特許庁長官
Commissioner,
Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2000-3062710

【書類名】 特許願

【整理番号】 9951700

【提出日】 平成11年11月30日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H04N 1/405

【発明の名称】 ハーフトーン化方法およびハーフトーン化装置並びにハーフトーン化プログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体

【請求項の数】 24

【発明者】

 【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内

 【氏名】 臼井 信昭

【発明者】

 【住所又は居所】 石川県金沢市尾張町1丁目11-2-1005

 【氏名】 浅野 哲夫

【特許出願人】

 【識別番号】 000005223

 【氏名又は名称】 富士通株式会社

【代理人】

 【識別番号】 100092978

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 真田 有

 【電話番号】 0422-21-4222

【手数料の表示】

 【予納台帳番号】 007696

 【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

 【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9704824

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 ハーフトーン化方法およびハーフトーン化装置並びにハーフトーン化プログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 多値画像を 2 値画像に変換するハーフトーン化方法であって

該多値画像を成す画素を走査しながら走査中の注目画素の値を 2 値化する 2 値化ステップと、

該注目画素について 2 値化に伴って生じた誤差を、該注目画素周辺の未走査画素に拡散させる誤差拡散ステップと、

該誤差拡散ステップでの誤差拡散手法を、該多値画像の走査に伴い、所定の方法に従って変更する変更ステップとを含んだことを特徴とする、ハーフトーン化方法。

【請求項 2】 該注目画素が該多値画像における輪郭上の画素であるか否かを検出する輪郭検出ステップを含み、

該輪郭検出ステップで該注目画素が該輪郭上の画素であることを検出した場合に、該変更ステップにおいて該誤差拡散手法を変更することを特徴とする、請求項 1 に記載のハーフトーン化方法。

【請求項 3】 該輪郭の方向を検出する輪郭方向検出ステップを含み、

該輪郭検出ステップで該注目画素が該輪郭上の画素であることを検出した場合に、該誤差拡散ステップにおいて、該輪郭方向検出ステップで検出された該輪郭の方向における未走査画素の値に、前記誤差に応じた値を加算する例外処理を行なうことを特徴とする、請求項 2 に記載のハーフトーン化方法。

【請求項 4】 画素毎に、該変更ステップにおいて該誤差拡散手法を変更することを特徴とする、請求項 1 に記載のハーフトーン化方法。

【請求項 5】 該注目画素が該多値画像における輪郭上の画素であるか否かを検出する輪郭検出ステップと、

該輪郭の方向を検出する輪郭方向検出ステップとを含み、

該輪郭検出ステップで該注目画素が該輪郭上の画素であることを検出した場合

には、該誤差拡散ステップにおいて、該輪郭方向検出ステップで検出された該輪郭の方向における未走査画素の値に、前記誤差に応じた値を加算する例外処理を行なうことを特徴とする、請求項 4 に記載のハーフトーン化方法。

【請求項 6】 該輪郭検出ステップにおいて、該注目画素およびその周辺画素の値に基づいて該注目画素についての輪郭値を算出し、該輪郭値を所定値と比較することにより、該注目画素が該多値画像における輪郭上の画素であるか否かを検出することを特徴とする、請求項 2～請求項 5 のいずれか 1 項に記載のハーフトーン化方法。

【請求項 7】 該輪郭検出ステップにおいて、輪郭強調用 2 次元デジタルフィルタを用いて該輪郭値を算出することを特徴とする、請求項 6 に記載のハーフトーン化方法。

【請求項 8】 該輪郭強調用 2 次元デジタルフィルタが、ラプラシアン型フィルタであることを特徴とする、請求項 7 に記載のハーフトーン化方法。

【請求項 9】 該輪郭強調用 2 次元デジタルフィルタが、プレウィット型フィルタであることを特徴とする、請求項 7 に記載のハーフトーン化方法。

【請求項 10】 該注目画素およびその周辺画素の値を加減算することにより、該輪郭値を直接的に算出することを特徴とする、請求項 6 に記載のハーフトーン化方法。

【請求項 11】 該変更ステップにおいて、該誤差拡散手法を、複数の誤差拡散手法から所定の順序で選択して変更することを特徴とする、請求項 1～請求項 10 のいずれか 1 項に記載のハーフトーン化方法。

【請求項 12】 該変更ステップにおいて、該誤差拡散手法を、複数の誤差拡散手法からランダムに選択して変更することを特徴とする、請求項 1～請求項 10 のいずれか 1 項に記載のハーフトーン化方法。

【請求項 13】 該誤差拡散ステップでの誤差拡散手法として、所定の重み付けパターンに基づき、前記誤差を該注目画素周辺の複数の未走査画素に比例配分する手法を採用し、

該変更ステップにおいて、前記所定の重み付けパターンを変更することにより該誤差拡散手法を変更することを特徴とする、請求項 1～請求項 12 のいずれか

1 項に記載のハーフトーン化方法。

【請求項 1 4】 ハーフトーン化すべき複数の画像がほぼ同一の輪郭を有している場合、該複数の画像のうちの一つについてのみ該輪郭検出ステップによる輪郭上画素の検出を行ない、その検出結果を、他の画像に対するハーフトーン化処理を実行する際に用いることを特徴とする、請求項 2 ～請求項 5 のいずれか 1 項に記載のハーフトーン化方法。

【請求項 1 5】 多値画像を 2 値画像に変換するハーフトーン化装置であって、

該多値画像を成す画素を走査しながら走査中の注目画素の値を 2 値化する 2 値化処理部と、

該注目画素について 2 値化に伴って生じた誤差を、該注目画素周辺の未走査画素に拡散させる誤差拡散処理部と、

該誤差拡散処理部での誤差拡散手法を、該多値画像の走査に伴い、所定の方式に従って変更する変更処理部とを含んだことを特徴とする、ハーフトーン化装置

【請求項 1 6】 該注目画素が該多値画像における輪郭上の画素であるか否かを検出する輪郭検出処理部を含み、

該輪郭検出処理部により該注目画素が該輪郭上の画素であることを検出した場合に、該変更処理部が該誤差拡散手法を変更することを特徴とする、請求項 1 5 に記載のハーフトーン化装置。

【請求項 1 7】 該輪郭の方向を検出する輪郭方向検出処理部を含み、

該輪郭検出処理部により該注目画素が該輪郭上の画素であることを検出した場合に、該誤差拡散処理部が、該輪郭方向検出処理部で検出された該輪郭の方向における未走査画素の値に、前記誤差に応じた値を加算する例外処理を行なうことを特徴とする、請求項 1 6 に記載のハーフトーン化装置。

【請求項 1 8】 該変更処理部が、画素毎に該誤差拡散手法を変更することを特徴とする、請求項 1 5 に記載のハーフトーン化装置。

【請求項 1 9】 該注目画素が該多値画像における輪郭上の画素であるか否かを検出する輪郭検出処理部と、

該輪郭の方向を検出する輪郭方向検出処理部とを含み、

該輪郭検出処理部により該注目画素が該輪郭上の画素であることを検出した場合には、該誤差拡散処理部が、該輪郭方向検出処理部で検出された該輪郭の方向における未走査画素の値に、前記誤差に応じた値を加算する例外処理を行なうことを特徴とする、請求項 1 8 に記載のハーフトーン化装置。

【請求項 2 0】 多値画像を 2 値画像に変換する機能をコンピュータに実行させるための、ハーフトーン化プログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体であって、

ハーフトーン化プログラムが、

該多値画像を成す画素を走査しながら走査中の注目画素の値を 2 値化する 2 値化処理部、

該注目画素について 2 値化に伴って生じた誤差を、該注目画素周辺の未走査画素に拡散させる誤差拡散処理部、および、

該誤差拡散ステップでの誤差拡散手法を、該多値画像の走査に伴い、所定的方式に従って変更する変更処理部として、該コンピュータを機能させることを特徴とする、ハーフトーン化プログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

【請求項 2 1】 該ハーフトーン化プログラムが、

該注目画素が該多値画像における輪郭上の画素であるか否かを検出する輪郭検出処理部として、該コンピュータを機能させるとともに、

該輪郭検出処理部により該注目画素が該輪郭上の画素であることを検出した場合に、該変更処理部により該誤差拡散手法を変更させることを特徴とする、請求項 2 0 に記載のハーフトーン化プログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

【請求項 2 2】 該ハーフトーン化プログラムが、

該輪郭の方向を検出する輪郭方向検出処理部として、該コンピュータを機能させるとともに、

該輪郭検出処理部により該注目画素が該輪郭上の画素であることを検出した場合に、該誤差拡散処理部に、該輪郭方向検出ステップで検出された該輪郭の方向

における未走査画素の値に、前記誤差に応じた値を加算する例外処理を実行させることを特徴とする、請求項 2 1 に記載のハーフトーン化プログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

【請求項 2 3】 該ハーフトーン化プログラムが、該変更処理部により、画素毎に該誤差拡散手法を変更させることを特徴とする、請求項 2 0 に記載のハーフトーン化プログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

【請求項 2 4】 該ハーフトーン化プログラムが、
該注目画素が該多値画像における輪郭上の画素であるか否かを検出する輪郭検出処理部、および、

該輪郭の方向を検出する輪郭方向検出処理部として、該コンピュータを機能させるとともに、

該輪郭検出処理部により該注目画素が該輪郭上の画素であることを検出した場合には、該誤差拡散処理部に、該輪郭方向検出処理部で検出された該輪郭の方向における未走査画素の値に、前記誤差に応じた値を加算する例外処理を実行させることを特徴とする、請求項 2 3 に記載のハーフトーン化プログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、例えば連続色調画像の多値画像を 2 値画像に変換するハーフトーン化方法およびハーフトーン化装置、並びに、ハーフトーン化プログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体に関する。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

2 値出力しかできないプリンタ等で階調のある画像（多値画像；連続色調画像）を再現するためには、モノクロあるいはカラーに関わらず、多値画像から 2 値画像への変換処理を行なう必要がある。そして、このような 2 値画像においては、プリンタ等のドットの面積変調もしくは密度変調により階調を再現する。なお、以下、この多値画像から 2 値画像への変換のことを 2 値化もしくはハーフトー

ン化と称する。

【0003】

このようなハーフトーン化においては、変換後の画像において、原画像（多値画像）に無いモアレや目障りな模様（artifact）を目立たなくすることや、原画像の持つ階調を可能な限り再現することが要求されている。

このようなハーフトーン化を行なう手法としては以下の手法が知られている。

（１）特開平5-142746号公報には、誤差拡散法を「無作為化空間充填二次曲線」に沿って原画像全体に実施することによって、モアレや目障りな模様が無い２値画像を得ようとする手法が開示されている。

【0004】

（２）特開平6-006586号公報には、「シミュレーテッド・アニーリング法」を使用し、原画像（多値画像）と処理される２値画像とから計算されるエネルギー関数を最小化することにより、モアレや目障りな模様が無い２値画像を得ようとする手法が開示されている。なお、この手法には、原画像を直接変換する手法と、予め２５６階調のディザパターンを求めておいて処理をする方法とが知られている。

【0005】

（３）特開平7-274015号公報には、画像を文字や自然画像といった属性で分類し、分類結果に応じて階調／面積変換手法を変えようとする手法が開示されている。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上述の従来手法には以下の課題がある。

（１）特開平5-142746号公報に開示されている手法においては、画像全体を同一のアルゴリズムで処理するので、変換された２値画像には必ずモアレや目障りな模様が生じる。又、変換に際して、使用している「無作為化空間充填２次元曲線」は、画像全体を一筆書きの要領で走査するので並列計算を行なうことができず、これにより、結果的に膨大な処理時間を必要とする。

【0007】

(2) 特開平6-006586号公報に開示されている手法においては、その変換時の計算に膨大な時間がかかるので現実的でなく、又、非常になだらかなグラデーション画像に関して、特有の目障りな模様が発生する。

(3) 特開平7-274015号公報に開示されている手法においては、例えば、同一の自然画像内では同一のアルゴリズムで処理するので、目障りな模様が発生する場合にはこれを阻止したり目立たなくすることができない。又、この手法によれば、例えば、原画像に文字という属性があれば文字用のハーフトーン処理を行なうのであるが、一度、論理演算等で画像化されてしまった後では、文字用のハーフトーン処理を実施することができない。

【0008】

このため、モアレや目障りな模様を発生させることなく、簡易な手法で且つ短時間でハーフトーン化処理を行なえるようにすることが望まれている。

本発明は、このような課題に鑑み創案されたもので、簡易な手法で、モアレや目障りな模様の発生を確実に抑制することができるようにした、ハーフトーン化方法およびハーフトーン化装置並びにハーフトーン化プログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体を提供することを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】

このため、本発明のハーフトーン化方法は、多値画像を2値画像に変換するハーフトーン化方法であって、多値画像を成す画素を走査しながら走査中の注目画素の値を2値化する2値化ステップと、注目画素について2値化に伴って生じた誤差を、注目画素周辺の未走査画素に拡散させる誤差拡散ステップと、この誤差拡散ステップでの誤差拡散手法を、多値画像の走査に伴い、所定の方式に従って変更する変更ステップとを含んだことを特徴としている（請求項1）。

【0010】

なお、注目画素が多値画像における輪郭上の画素であるか否かを検出する輪郭検出ステップを含み、この輪郭検出ステップで注目画素が輪郭上の画素であることを検出した場合に、変更ステップにおいて誤差拡散手法を変更してもよい（請求項2）。

また、輪郭の方向を検出する輪郭方向検出ステップを含み、この輪郭検出ステップで注目画素が輪郭上の画素であることを検出した場合に、誤差拡散ステップにおいて、輪郭方向検出ステップで検出された輪郭の方向における未走査画素の値に、前記誤差に応じた値を加算する例外処理を行なってもよい（請求項 3）。

【0 0 1 1】

さらに、画素毎に、変更ステップにおいて誤差拡散手法を変更してもよく（請求項 4）、注目画素が多値画像における輪郭上の画素であるか否かを検出する輪郭検出ステップと、輪郭の方向を検出する輪郭方向検出ステップとを含み、この輪郭検出ステップで注目画素が輪郭上の画素であることを検出した場合には、誤差拡散ステップにおいて、輪郭方向検出ステップで検出された輪郭の方向における未走査画素の値に、前記誤差に応じた値を加算する例外処理を行なってもよい（請求項 5）。

【0 0 1 2】

また、輪郭検出ステップにおいて、注目画素およびその周辺画素の値に基づいて注目画素についての輪郭値を算出し、この輪郭値を所定値と比較することにより、注目画素が多値画像における輪郭上の画素であるか否かを検出してもよい（請求項 6）。

なお、輪郭検出ステップにおいて、輪郭強調用 2 次元デジタルフィルタを用いて輪郭値を算出してもよく（請求項 7）、この輪郭強調用 2 次元デジタルフィルタが、ラプラシアン型フィルタであってもよく（請求項 8）、プレウィット型フィルタであってもよい（請求項 9）。

【0 0 1 3】

また、注目画素およびその周辺画素の値を加減算することにより、輪郭値を直接的に算出してもよい（請求項 1 0）。

さらに、変更ステップにおいて、誤差拡散手法を、複数の誤差拡散手法から所定の順序で選択して変更してもよく（請求項 1 1）、又、複数の誤差拡散手法からランダムに選択して変更してもよい（請求項 1 2）。

【0 0 1 4】

また、誤差拡散ステップでの誤差拡散手法として、所定の重み付けパターンに

に基づき、前記誤差を注目画素周辺の複数の未走査画素に比例配分する手法を採用し、変更ステップにおいて、前記所定の重み付けパターンを変更することにより誤差拡散手法を変更してもよい（請求項 1 3）。

さらに、ハーフトーン化すべき複数の画像がほぼ同一の輪郭を有している場合、複数の画像のうちの一つについてのみ輪郭検出ステップによる輪郭上画素の検出を行ない、その検出結果を、他の画像に対するハーフトーン化処理を実行する際に用いてもよい（請求項 1 4）。

【0 0 1 5】

また、本発明のハーフトーン化装置は、多値画像を 2 値画像に変換するハーフトーン化装置であって、多値画像を成す画素を走査しながら走査中の注目画素の値を 2 値化する 2 値化処理部と、注目画素について 2 値化に伴って生じた誤差を、注目画素周辺の未走査画素に拡散させる誤差拡散処理部と、この誤差拡散処理部での誤差拡散手法を、多値画像の走査に伴い、所定の方式に従って変更する変更処理部とを含んだことを特徴としている（請求項 1 5）。

【0 0 1 6】

なお、注目画素が多値画像における輪郭上の画素であるか否かを検出する輪郭検出処理部を含み、この輪郭検出処理部により注目画素が輪郭上の画素であることを検出した場合に、変更処理部が誤差拡散手法を変更してもよい（請求項 1 6）。

また、輪郭検出処理部により注目画素が輪郭上の画素であることを検出した場合に、誤差拡散処理部が、輪郭方向検出処理部で検出された輪郭の方向における未走査画素の値に、前記誤差に応じた値を加算する例外処理を行なってもよく（請求項 1 7）、更に、変更処理部が、画素毎に誤差拡散手法を変更してもよい（請求項 1 8）。

【0 0 1 7】

さらに、注目画素が多値画像における輪郭上の画素であるか否かを検出する輪郭検出処理部と、輪郭の方向を検出する輪郭方向検出処理部とを含み、この輪郭検出処理部により注目画素が輪郭上の画素であることを検出した場合には、誤差拡散処理部が、輪郭方向検出処理部で検出された輪郭の方向における未走査画素

の値に、前記誤差に応じた値を加算する例外処理を行なってもよい（請求項 1 9）。

【0018】

また、本発明のハーフトーン化プログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体は、多値画像を 2 値画像に変換する機能をコンピュータに実行させるための、ハーフトーン化プログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体であって、ハーフトーン化プログラムが、多値画像を成す画素を走査しながら走査中の注目画素の値を 2 値化する 2 値化処理部、注目画素について 2 値化に伴って生じた誤差を、注目画素周辺の未走査画素に拡散させる誤差拡散処理部、および、誤差拡散ステップでの誤差拡散手法を、多値画像の走査に伴い、所定の方式に従って変更する変更処理部として、コンピュータを機能させることを特徴としている（請求項 2 0）。

【0019】

なお、ハーフトーン化プログラムが、注目画素が多値画像における輪郭上の画素であるか否かを検出する輪郭検出処理部として、コンピュータを機能させるとともに、輪郭検出処理部により注目画素が輪郭上の画素であることを検出した場合に、変更処理部により誤差拡散手法を変更させてもよい（請求項 2 1）。

また、ハーフトーン化プログラムが、輪郭の方向を検出する輪郭方向検出処理部として、コンピュータを機能させるとともに、輪郭検出処理部により注目画素が輪郭上の画素であることを検出した場合に、誤差拡散処理部に、輪郭方向検出ステップで検出された輪郭の方向における未走査画素の値に、前記誤差に応じた値を加算する例外処理を実行させてもよい（請求項 2 2）。

【0020】

さらに、ハーフトーン化プログラムが、変更処理部により、画素毎に誤差拡散手法を変更させてもよく（請求項 2 3）、又、ハーフトーン化プログラムが、注目画素が多値画像における輪郭上の画素であるか否かを検出する輪郭検出処理部、および、輪郭の方向を検出する輪郭方向検出処理部として、コンピュータを機能させるとともに、輪郭検出処理部により注目画素が輪郭上の画素であることを検出した場合には、誤差拡散処理部に、輪郭方向検出処理部で検出された輪郭の

方向における未走査画素の値に、前記誤差に応じた値を加算する例外処理を実行させてもよい（請求項 2 4）。

【0 0 2 1】

【発明の実施の形態】

以下、図面を参照して本発明の実施の形態を説明する。

図 2 は本発明の一実施形態としてのハーフトーン化装置を実現するためのコンピュータシステムの構成を示すブロック図であり、この図 2 に示すように、本実施形態のコンピュータシステムは、CPU 1 0 とこの CPU 1 0 に接続されるバスライン 1 2 とをそなえている。

【0 0 2 2】

バスライン 1 2 には、ROM 1 4 と RAM 1 6 とが接続されており、入出力インターフェース（I/O）1 8 を介してキーボード 2 0、マウス 2 2、モニタ（たとえば CRT、LCD、PDP 等）2 4 および磁気ディスク 2 6 が接続されるとともに、入出力インターフェース（I/O）2 8 を介してプリンタ 3 0 が接続されている。

【0 0 2 3】

そして、RAM 1 6 には、図 1 に示す、2 値化処理部 5 1、誤差拡散処理部 5 2、変更処理部 5 3、輪郭検出処理部 5 4 および輪郭方向検出処理部 5 5 を実現するためのアプリケーションプログラムが格納されており、CPU 1 0 が、バスライン 1 2 を介して RAM 1 6 から上記アプリケーションプログラムを実行することにより、2 値化処理部 5 1、誤差拡散処理部 5 2、変更処理部 5 3、輪郭検出処理部 5 4 および輪郭方向検出処理部 5 5 としての機能（その詳細については後述）が実現され、本実施形態のハーフトーン化装置が実現されるようになっている。

【0 0 2 4】

これらの 2 値化処理部 5 1、誤差拡散処理部 5 2、変更処理部 5 3、輪郭検出処理部 5 4 および輪郭方向検出処理部 5 5 としての機能を実現するためのプログラムは、例えばフレキシブルディスク、CD-ROM 等の、コンピュータ読取可能な記録媒体に記録された形態で提供される。そして、コンピュータはその記録

媒体からプログラムを読み取って内部記憶装置または外部記憶装置に転送し格納して用いる。又、そのプログラムを、例えば磁気ディスク、光ディスク、光磁気ディスク等の記憶装置（記録媒体）に記録しておき、その記憶装置から通信回路を介してコンピュータに提供するようにしてもよい。

【 0 0 2 5 】

2 値化処理部 5 1，誤差拡散処理部 5 2，変更処理部 5 3，輪郭検出処理部 5 4 および輪郭方向検出処理部 5 5 としての機能を実現する際には、内部記憶装置（本実施形態では R A M 1 6）に格納されたプログラムがコンピュータのマイクロプロセッサ（本実施形態では C P U 1 0）によって実行される。このとき、記録媒体に記録されたプログラムをコンピュータが読み取って実行するようにしてもよい。

【 0 0 2 6 】

なお、本実施形態において、コンピュータとは、ハードウェアとオペレーションシステムとを含む概念であり、オペレーションシステムの制御の下で動作するハードウェアを意味している。又、オペレーションシステムが不要でアプリケーションプログラム単独でハードウェアを動作させるような場合には、そのハードウェア自体がコンピュータに相当する。ハードウェアは、少なくとも、C P U 等のマイクロプロセッサと、記録媒体に記録されたコンピュータプログラムを読み取るための手段とをそなえている。

【 0 0 2 7 】

上記アプリケーションプログラムは、このようなコンピュータに、2 値化処理部 5 1，誤差拡散処理部 5 2，変更処理部 5 3，輪郭検出処理部 5 4 および輪郭方向検出処理部 5 5 としての機能を実現させるプログラムコードを含んでいる。又、その機能の一部は、アプリケーションプログラムではなくオペレーションシステムによって実現されてもよい。

【 0 0 2 8 】

さらに、本実施形態における記録媒体としては、上述したフレキシブルディスク、C D - R O M，磁気ディスク、光ディスク、光磁気ディスクのほか、I C カード、R O M カートリッジ、磁気テープ、パンチカード、コンピュータの内部記

憶装置（RAMやROMなどのメモリ），外部記憶装置等や、バーコードなどの符号が印刷された印刷物等のコンピュータ読取可能な種々の媒体を利用することができる。

【0029】

さて、図2に示す本実施形態のコンピュータシステムは、多値画像を2値画像に変換するハーフトーン化装置として機能するものであり、図1に示すような、2値化処理部51，誤差拡散処理部52，変更処理部53，輪郭検出処理部54および輪郭方向検出処理部55としての機能を有している。

なお、図1は、本発明の一実施形態としてのハーフトーン化装置の機能的構成を示すブロック図、図3は輪郭強調用2次元デジタルフィルタを適用する方法を説明するための図である。

【0030】

本ハーフトーン化装置は、多値画像の画像データをメモリ（RAM16）等に展開した上で、図3に示すような奇数×奇数（本実施形態は3×3）のマトリクス100を用いて走査しながら、このマトリクス100の中央に位置する注目画素（図3中では画素値e）毎に2値化を行ない、ドットのON/OFFを決定する。

【0031】

なお、本実施形態において2値化の処理の対象となる画素はそれぞれ0～255のいずれかの値を有し、又、ハーフトーン化（2値化処理）後の画素はそれぞれ0もしくは255のいずれかの値を有するものとする。このように定義しても一般性は失わないものである。

ここで、2値化処理部51は、多値画像を成す画素（以下、元画素という）を走査しながら走査中の注目画素の値を2値化するものである。具体的には、例えば、多値画像における注目画素の値（画素値：e）を所定値（例えば128）と比較して、注目画素の画素値eが所定値以上（ $e \geq 128$ ）の場合には注目画素の画素値を255（ON）としてRAM16や磁気ディスク26上の所定の領域に記録する。なお、以下、この所定の領域に記録する、2値化後の注目画素の画素値をe'として示す。

【 0 0 3 2 】

また、注目画素の画素値が所定値よりも小さい ($e < 128$) 場合には注目画素の画素値 e' を 0 (OFF) として RAM 16 や磁気ディスク 26 上の所定の領域に記録する。

輪郭検出処理部 54 は、注目画素が該多値画像における輪郭上の画素であるか否かを検出するものであり、この輪郭検出処理部 54 は、例えば、ラプラシアン型フィルタやプレウィット型フィルタ等のような輪郭強調用 2 次元デジタルフィルタを用いたり、又、注目画素およびその周辺画素の値を加減算したりすることにより、注目画素およびその周辺画素の値に基づいて注目画素についての輪郭値 E を算出する。

【 0 0 3 3 】

そして、この輪郭値 E を所定値であるしきい値 (threshold) T と比較することにより、注目画素が多値画像における輪郭上の画素であるか否かを検出するようになっている。

なお、このしきい値 T は、オペレータにより設定することができるようになっており、輪郭強調の程度を制御するパラメータとして機能するようになっている。

【 0 0 3 4 】

図 4 および図 5 は、それぞれ輪郭強調用 2 次元デジタルフィルタについて説明するための図であり、図 4 (a), (b) はそれぞれラプラシアン型フィルタを示す図、図 5 (a), (b) はそれぞれプレウィット型フィルタを示す図である。

輪郭強調用 2 次元デジタルフィルタを用いて注目画素についての輪郭値 E を算出する場合には、図 3 に示すようなマトリクス 100 における注目画素 (画素値 e) およびその周辺の画素の画素値 (図 3 中では a, b, c, d, f, g, h, i) を、図 4 (a), (b) や図 5 (a), (b) に示すような輪郭強調用 2 次元デジタルフィルタ (ラプラシアン型フィルタ、プレウィット型フィルタ等) に適用して算出する。

【 0 0 3 5 】

例えば、図 4 (a) に示すようなラプラシアン型フィルタを用いて輪郭値 E を算出する場合には、 $E = (a \times 0) + \{b \times (-1)\} + (c \times 0) + \{d \times (-1)\} + (e \times 4) + \{f \times (-1)\} + (g \times 0) + \{h \times (-1)\} + (i \times 0)$ を計算することにより輪郭値 E を算出することができる。

また、図 4 (b) に示すラプラシアン型フィルタを用いて輪郭値 E を算出する場合においても図 4 (a) と同様にして輪郭値 E を求める。

【0036】

なお、本実施形態においては、図 4 (a), (b) に示すような 2 種類のラプラシアン型フィルタを用いているが、これに限定するものではなく、これら以外のパターンを有するラプラシアン型フィルタを用いてもよい。具体的には、以下に示す①～④の条件を全てそなえる輪郭強調用 2 次元デジタルフィルタであれば、ラプラシアン型フィルタと同様の効果を得ることができる。なお、ここで、符号 a～i はそれぞれ画素値を示すものであって、図 3 中に示すマトリクス 100 における各画素値に対応するものである。

【0037】

$$\textcircled{1} \quad |e| = |a + b + c + d + f + g + h + i|$$

② e と b, d, f, h とが異なる符号を有すること。

③ e と a, c, g, i とが同符号を有する、もしくは、 $a = c = g = i = 0$ であること。

④マトリクス 100 (図 3 参照) において、注目画素 (画素値 e) と、その周辺画素 (画素値 a, b, c, d, f, g, h, i) との各距離に、 $|a|$, $|b|$, $|c|$, $|d|$, $|f|$, $|g|$, $|h|$, $|i|$ をそれぞれ乗じた値が、互いに同じ程度の大きさ (桁) になること (ただし、 $a, c, g, i = 0$ の場合は除く)。

【0038】

従って、図 4 (a), (b) に示したラプラシアン型フィルタに限定されことなく、上述の①～④の条件を満たす輪郭強調用 2 次元デジタルフィルタを用いることにより、注目画素が輪郭上の画素であるか否かを検出することができる。

次に、図 5 (a), (b) に示すようなプレウィット型フィルタを用いて輪郭

値Eを算出する場合について説明すると、例えば、図5（a）に示すようなプレウィット型フィルタを用いて輪郭値Eを算出する場合には、 $E = [[(a \times 1) + (b \times 0) + \{c \times (-1)\} + (d \times 1) + (e \times 0) + \{f \times (-1)\} + (g \times 1) + (h \times 0) + \{i \times (-1)\}]^2 + [(a \times 1) + (b \times 1) + (c \times 1) + (d \times 0) + (e \times 0) + (f \times 0) + \{g \times (-1)\} + \{h \times (-1)\} + \{i \times (-1)\}]^2]^{1/2}$ を計算することにより輪郭値Eを算出することができる。

【0039】

そして、図5（b）に示すプレウィット型フィルタを用いて輪郭値Eを算出する場合においても図5（a）と同様にして輪郭値Eを求める。

上述のごとく算出した輪郭値Eは、その注目画素およびその隣接する画素の範囲内において画素値の変化が大きいほどその値が大きくなる。

そして、輪郭検出処理部54は、この算出した輪郭値Eと予め設定されたしきい値Tとを比較して、輪郭値Eがしきい値Tよりも大きい場合に、その注目画素（画素値e）が輪郭上の画素であることを検出するのである。

【0040】

輪郭方向検出処理部55は、輪郭の方向を検出するものであり、以下にこの輪郭方向検出処理部55による輪郭の方向の検出方法について、図6を参照しながら説明する。なお、図6は輪郭の方向を説明するための図である。

輪郭方向検出処理部55は、前述した注目画素を中心とするマトリクス100（図3参照）における画素値a, b, c, d, e, f, g, h, iを用いて、

$$X_1 = b + e + h$$

$$X_2 = c + e + g$$

$$X_3 = a + e + i$$

$$X_4 = d + e + f$$

の各式を計算し、これらの X_1, X_2, X_3, X_4 の各値を相互に比較して、 $X_j = \max(X_1, X_2, X_3, X_4)$ となるj（jは1～4のいずれかの自然数）を求める。なお、計算の結果、 X_1, X_2, X_3, X_4 の値において、同じ値が存在する場合にはjの大きい方を採用するものとする。

【0 0 4 1】

そして、輪郭方向検出処理部 5 5 は、このようにして求めた j により、図 6 に示すような、注目画素（画素値 e ）を通過する輪郭方向 D_j （ $D_1 \sim D_4$ ）を決定する。具体的には、マトリクス 1 0 0 において、画素値が b ， e ， h の各画素を通過する方向を輪郭方向 D_1 ，画素値が c ， e ， g の各画素を通過する方向を輪郭方向 D_2 ，画素値が a ， e ， i の各画素を通過する方向を輪郭方向 D_3 ，画素値が d ， e ， f の各画素を通過する方向を輪郭方向 D_4 とし、これらの輪郭方向 $D_1 \sim D_4$ の中から特定の輪郭方向 D_j を決定するのである。

【0 0 4 2】

なお、本実施形態のハーフトーン化装置において、輪郭値 E の算出は上述のごとき輪郭強調用 2 次元デジタルフィルタを用いて算出すること限定するものではなく、本発明の趣旨を逸脱しない範囲で種々変形して実施することができる。

以下に、輪郭強調用 2 次元デジタルフィルタを用いることなく輪郭値 E を算出すると同時に、輪郭の方向も検出する手法について説明する。なお、符号 $a \sim i$ は画素値を示すものであり、以下、既述の符号と同一の符号は同一もしくは略同一の部分を示しているので、その詳細な説明は省略する。

【0 0 4 3】

①図 3 に示すような 3×3 のマトリクス 1 0 0 において、以下に示す計算（加減算）を実施する。

$$X_1 = a + d + g - b - e - h$$

$$X_3 = c + f + i - b - e - h$$

$$X_4 = f + h + i - c - e - g$$

$$X_5 = b + c + f - a - e - i$$

$$X_6 = d + g + h - a - e - i$$

$$X_7 = a + b + c - d - e - f$$

$$X_8 = g + h + i - d - e - f$$

② $X_1 \sim X_8$ の各値について順番に調べて、最大値となるものを検索する。

【0 0 4 4】

③ $X_1 \sim X_8$ の各値の検索の結果に基づいて輪郭の方向を決定する。

a) X_1 もしくは X_2 が最大値を取る場合には、輪郭の位置および方向は D 1 (図 6 参照) である。

b) X_3 もしくは X_4 が最大値を取る場合には、輪郭の位置および方向は D 2 (図 6 参照) である。

【0 0 4 5】

c) X_5 もしくは X_6 が最大値を取る場合には、輪郭の位置および方向は D 3 (図 6 参照) である。

d) X_7 もしくは X_8 が最大値を取る場合には、輪郭の位置および方向は D 4 (図 6 参照) である。

④最大値を検出した際の輪郭の位置および方向を R A M 1 6 や磁気ディスク 2 6 等に記憶する。

【0 0 4 6】

⑤②において求めた $X_1 \sim X_8$ の最大値に $256/768 (= 1/3)$ を乗算して四捨五入した数値を、輪郭値 E として R A M 1 6 や磁気ディスク 2 6 等に記憶する。

これにより、輪郭強調用 2 次元デジタルフィルタを用いることなく、注目画素およびその周辺画素の値を加減算することにより輪郭値 E を算出することができるのであるが、この際、乗除算を行なうことなく輪郭値 E を算出することができ、これにより、C P U 1 0 の負荷を減らすことができるので輪郭値 E を高速に算出することができるとともに、輪郭の方向も同時に特定することができる。

【0 0 4 7】

ここで、⑤において $X_1 \sim X_8$ の最大値に乗算する $256/768$ という数値について説明する。

X_i (例えば、 X_1) を算出するために 3 つの画素値を足したもののから 3 つの画素値を足したものを引いており ($a + d + g - b - e - h$)、又、画素値 $a \sim i$ の各値は 0 ~ 255 (8 ビット) であるので、 $X_i (a + d + g - b - e - h)$ の最大値は 765 ($= 255 \times 3$) であり、又、その最小値は 0 になる。

【0 0 4 8】

このような X_i の値を 8 ビットのしきい値 T で制御する場合に、規格化係数を

大きめにとることにより、 X_i に乘算する数値を $256 / (256 \times 3 = 768)$) として求めたものである。

誤差拡散処理部 5 2 は、注目画素についての 2 値化処理部 5 1 による 2 値化に伴って生じた誤差 Z を、注目画素周辺の未走査画素に拡散させるものである。

【0049】

ここで、 $Z = 255 - e$ ($e \geq 128$ の場合) ,

$Z = e$ ($e < 128$ の場合)

である (e は注目画素の画素値) 。

この誤差拡散処理部 5 2 は、注目画素の 2 値化に伴って生じた誤差 Z を誤差拡散法を用いて注目画素周辺の未走査画素に拡散させるようになっており、この注目画素における誤差 Z を、図 7 や図 8 に示すような重み付けパターン (重み係数) に基づき、注目画素 e の周辺の複数の未走査画素に比例配分することにより拡散する。

【0050】

図 7 (a) ~ (d) はそれぞれ誤差拡散法における重み付けパターンを示す図であり、各図中において●で示された注目画素における誤差 Z をどのような比率で注目画素周辺の未走査画素に拡散するかを示すものである。

ここで、図 7 (a) に示す重み付けパターンに基づいて誤差拡散を行なう場合について説明すると、例えば、注目画素の画素値 $e = 100$ ($e < 128$) の場合には誤差 $Z = 100$ であるので、 $100 \times 7 / 16$ を注目画素 e の主走査方向に位置する未走査の隣接画素 (図 3 中では画素値 f) に付加する。

【0051】

同様に、 $100 \times 5 / 16$ を注目画素の副主走査方向 (主走査方向に直行する方向) に位置する未走査の隣接画素 (図 3 中では画素値 h) に、 $100 \times 1 / 16$ を注目画素の主走査方向に位置する未走査の隣接画素 (図 3 中では画素値 i) に、更に、 $100 \times 3 / 16$ を注目画素の主走査方向に位置する未走査の隣接画素 (図 3 中では画素値 g) に付加することにより、注目画素についての誤差を注目画素周辺の未走査画素に比例配分 (拡散) する。

【0052】

また、誤差拡散処理部 5 2 は、図 7 (b) ~ (d) に示すような他の重み付けパターンをも有しており、これらの複数（本実施形態では 4）種類の重み付けパターンに基づいても、注目画素の周辺の複数の未走査画素に誤差 Z を比例配分することにより誤差拡散を行なうことができるようになっている。

なお、誤差拡散処理部 5 2 は、図 7 (b) ~ (d) に示す各重み付けパターンを用いた場合においても、上述の図 7 (a) に示す重み付けパターンを用いた場合と同様にして注目画素についての誤差拡散を行なうものである。

【0053】

また、誤差拡散処理部 5 2 は、輪郭検出処理部 5 4 によって注目画素が輪郭上の画素であることを検出した場合に、以下に示す例外処理を行なう。

この例外処理は、輪郭方向検出処理部 5 5 で検出された輪郭の方向における未走査画素の値に、誤差 Z に応じた値を加算するものであり、詳細には、輪郭検出処理部 5 4 によって検出された輪郭方向 D_j を判断し、その結果に応じて以下の処理を行なう。

【0054】

- ①輪郭方向が D_1 である場合には、画素値 h に $Z/2$ を加算する。
- ②輪郭方向が D_2 である場合には、画素値 g に $Z/2$ を加算する。
- ③輪郭方向が D_3 である場合には、画素値 i に $Z/2$ を加算する。
- ④輪郭方向が D_4 である場合には、画素値 f に $Z/2$ を加算する。

なお、本実施形態では誤差 Z を 2 で除したものを輪郭の方向における未走査画素の値に加算しているが、これに限定するものではなく、例えば、インク（トナー）や印刷媒体等の材質等の印刷条件に応じて、誤差 Z を 2 以外の数字で除したものを輪郭の方向における未走査画素の値に加算してもよく、本発明の趣旨を逸脱しない範囲で種々変形して実施することができる。

【0055】

変更処理部 5 3 は、誤差拡散処理部 5 2 での誤差拡散手法を、多値画像の走査に伴い、所定の方式に従って変更するものであって、例えば、図 7 (a) ~ (d) に示す複数（本実施形態では 4）の重み付けパターンを (a), (b), (c), (d), (a), (b) … の順序で選択して変更する。すなわち、変更処理

部 5 3 は、誤差拡散処理部 5 2 における重み付けパターンを所定の順序で（あるいはランダムに）選択して変更することにより誤差拡散手法を変更するようになっている。

【 0 0 5 6 】

そして、変更処理部 5 3 は、輪郭検出処理部 5 4 により注目画素が輪郭上の画素であることを検出した場合（輪郭前後で）、あるいは画素毎に、誤差拡散手法を変更するようになっている。

この変更処理部 5 3 による誤差拡散手法の変更の仕方としては、重み付けパターンを変更する手法、および、異なる誤差拡散法に変更する手法の 2 種類の変更手法から、所望の変更手法を選択できるようになっている。

【 0 0 5 7 】

ここで、輪郭の前後で誤差拡散手法（重み付けパターン）を変更する場合における本ハーフトーン化装置の各部の動作について、図 9 に示すフローチャート（ステップ A 1 0 ～ A 1 1 0）に従って説明する。

本ハーフトーン化装置は、RAM 1 6 上に展開された多値画像をなす画素からなる画像データについて、図 3 に示すような注目画素を中心とするマトリクス 1 0 0 で走査しながら 2 値化するのであるが、その際に、先ず、輪郭検出処理部 5 4 により、マトリクス 1 0 0 において、ラプラシアン型フィルタ（図 4（a），（b）参照）や、プレウィット型フィルタ（図 5（a），（b）参照）等の輪郭強調用 2 次元デジタルフィルタを用いたり、注目画素およびその周辺画素の値を加減算することにより直接的に算出したりすることにより、注目画素およびその周辺画素の値に基づいて注目画素についての輪郭値 E を算出する（ステップ A 1 0）。

【 0 0 5 8 】

次に、2 値化処理部 5 1 が、注目画素の画素値 e を所定の値（本実施形態では 1 2 8）と比較して（ステップ A 2 0）、画素値 e が 1 2 8 以上（ $e \geq 1 2 8$ ）の場合には（ステップ A 2 0 の Y E S ルート参照）、この注目画素 e' の画素値を 2 5 5 として RAM 1 6 や磁気ディスク 2 6 上の所定の領域に記録する（ステップ A 3 0）。

【0059】

また、 $255 - e$ を計算して、その値を誤差 Z として RAM 16 や磁気ディスク 26 上の所定の領域に記録する（ステップ A 40）。

一方、画素値 e が 128 よりも小さい（ $e < 128$ ）場合には（ステップ A 20 の NO ルート参照）、2 値化処理部 51 は、この注目画素の画素値 e' を 0 とし、RAM 16 や磁気ディスク 26 上の所定の領域に記録し（ステップ A 50）、又、注目画素の画素値 e を誤差 Z として RAM 16 や磁気ディスク 26 上の所定の領域に記録する（ステップ A 60）。

【0060】

次に、輪郭検出処理部 54 が、輪郭値 E を、予め設定したしきい値 T と比較して（ステップ A 70）、輪郭値 E がしきい値 T よりも小さい場合には（ステップ A 70 の NO ルート参照）、誤差拡散処理部 52 により、現在設定されている重み付けパターンに基づいて、誤差拡散法により注目画素の周辺の複数の未走査画素に誤差 Z を比例配分する（ステップ A 80）。

【0061】

一方、輪郭値 E がしきい値 T よりも大きい場合には（ステップ A 70 の YES ルート参照）、例外処理を行なう（ステップ A 100）。すなわち、輪郭方向検出処理部 55 により輪郭方向 D_j を検出して、輪郭の方向における未走査画素の値に、誤差に応じた値（ $Z/2$ ）を加算するのである。

その後、変更処理部 53 により、図 7（a）～（d）に示す複数（本実施形態では 4）の重み付けパターンを所定の順序（例えば、図 7（a），（b），（c），（d），（a），（b）…の順）で選択して変更する（ステップ A 110）。

【0062】

そして、本ハーフトーン化装置は、ステップ A 80 又は A 110 の処理完了後、RAM 16 上に展開された多値画像の画像データについて、次の注目画素（現注目画素に対して走査方向に隣接する画素）にマトリクス 100 を移動させた後（ステップ A 90）、ステップ A 10 に戻り、新たな注目画素について同様の処理を繰り返し行なう。

【0063】

なお、変更処理部53による誤差拡散手法の変更手法については、上述のごとく図7(a)～(d)に示す複数(本実施形態では4)の重み付けパターンを(a), (b), (c), (d), (a), (b)…の順序で選択して変更することに限定するものではなく、これらの図7(a)～(d)に示す複数の重み付けパターンを他の順序で選択して変更してもよく、更に、これらの図7(a)～(d)に示す各重み付けパターンをランダムに選択して変更してもよく、本発明の趣旨を逸脱しない範囲で種々変更して実施することができる。

【0064】

なお、本ハーフトーン化装置においては、変更処理部53は、上述のごとく、輪郭検出処理部54により注目画素が輪郭上の画素であることを検出した場合にのみ誤差拡散手法を変更するようになっているが、これに限定するものではなく、変更処理部53は画素毎に誤差拡散手法を変更してもよく、又、この場合においても誤差拡散手法(重み付けパターン)を所定の順序もしくはランダムに選択して変更することが望ましい。

【0065】

また、画素毎に誤差拡散手法(重み付けパターン)を変更する場合における本ハーフトーン化装置の各部の動作について図10に示すフローチャート(ステップB10～B110)に従って説明する。

本ハーフトーン化装置は、RAM16上に展開された多値画像をなす画素からなる画像データについて、図3に示すような注目画素を中心とするマトリクス100で走査しながら2値化するのであるが、その際に、先ず、輪郭検出処理部54により、マトリクス100において、ラプラシアン型フィルタ(図4(a), (b)参照)や、プレウィット型フィルタ(図5(a), (b)参照)等の輪郭強調用2次元デジタルフィルタを用いたり、注目画素およびその周辺画素の値を加減算することにより直接的に算出したりすることにより、注目画素およびその周辺画素の値に基づいて注目画素についての輪郭値Eを算出する(ステップB10)。

【0066】

次に、2 値化処理部 5 1 が、注目画素の画素値 e を所定の値（本実施形態では 1 2 8）と比較して（ステップ B 2 0）、画素値 e が 1 2 8 以上（ $e \geq 1 2 8$ ）の場合には（ステップ B 2 0 の Y E S ルート参照）、この注目画素の画素値 e' を 2 5 5 として R A M 1 6 や磁気ディスク 2 6 上の所定の領域に記録する（ステップ B 3 0）。

【0 0 6 7】

また、 $2 5 5 - e$ を計算して、その値を誤差 Z として R A M 1 6 や磁気ディスク 2 6 上の所定の領域に記録する（ステップ B 4 0）。

一方、画素値 e が 1 2 8 よりも小さい（ $e < 1 2 8$ ）場合には（ステップ B 2 0 の N O ルート参照）、2 値化処理部 5 1 は、この注目画素の画素値 e' を 0 として R A M 1 6 や磁気ディスク 2 6 上の所定の領域に記録し（ステップ B 5 0）、又、注目画素の画素値 e を誤差 Z として R A M 1 6 や磁気ディスク 2 6 上の所定の領域に記録する（ステップ B 6 0）。

【0 0 6 8】

次に、輪郭検出処理部 5 4 が、輪郭値 E を、予め設定したしきい値 T と比較して（ステップ B 7 0）、輪郭値 E がしきい値 T よりも小さい場合には（ステップ B 7 0 の N O ルート参照）、誤差拡散処理部 5 2 により、現在設定されている重み付けパターンに基づいて、誤差拡散法により注目画素の周辺の複数の未走査画素に誤差 Z を比例配分する（ステップ B 8 0）。

【0 0 6 9】

そして、変更処理部 5 3 により、図 7（a）～（d）に示す複数（本実施形態では 4）の重み付けパターンを、所定の順序（例えば、図 7（a），（b），（c），（d），（a），（b）…の順）で選択して変更する（ステップ B 9 0）。

一方、輪郭値 E がしきい値 T よりも大きい場合には（ステップ A 7 0 の Y E S ルート参照）、例外処理を行なう（ステップ B 1 1 0）。すなわち、輪郭方向検出処理部 5 5 により輪郭方向 D_j を検出して、輪郭の方向における未走査画素の値に、誤差に応じた値（ $Z/2$ ）を加算するのである。

【0 0 7 0】

そして、本ハーフトーン化装置は、ステップ B 9 0 又は B 1 1 0 の処理完了後、RAM 1 6 上に展開された多値画像の画像データについて、次の注目画素にマトリクス 1 0 0 を移動させた後（ステップ B 1 0 0）、ステップ B 1 0 に戻り、新たな注目画素について同様の処理を繰り返し行なう。

このように、画素毎に誤差拡散手法（誤差拡散法における重み付けパターン）を変更することによって、原画像（多値画像）に無いモアレや目障りな模様（artifact）を目立たなくすることができるのである。

【 0 0 7 1 】

次に、異なる誤差拡散法に変更する手法について図 8 を用いて説明する。図 8（a）は Jarvis, Judice and Ninke による誤差拡散法の重み付けパターンを示す図、図 8（b）は Stucki による誤差拡散法の重み付けパターンを示す図である。

これらの図 8（a）、（b）に示す誤差拡散法も注目画素における誤差 Z を、注目画素周辺の未走査画素に比例配分する手法であり、上述した図 7 に示す誤差拡散法と比較して、誤差 Z の比例配分を行なう未走査画素の領域をより広範囲に拡大したものである。

【 0 0 7 2 】

なお、図 8（a）に示す誤差拡散法の重み付けパターンは Jarvis, Judice and Ninke による誤差拡散法として一般に知られているものであり、又、図 8（b）に示す誤差拡散法の重み付けパターンは Stucki による誤差拡散法として一般に知られているものである。

そして、本手法においては、誤差拡散処理部 5 4 が、図 8（a）に示す重み付けパターンと、図 8（b）に示す重み付けパターンとのいずれかを用いて誤差 Z を比例配分（拡散）し、又、変更処理部 5 3 が、これらの重み付けパターンを相互に変更する他は、図 9 に示すフローチャート（ステップ A 1 0 ～ A 1 1 0）とほぼ同様の処理を行なう。

【 0 0 7 3 】

上述の構成により、本発明の一実施形態としてのハーフトーン化装置は、多値画像をなす画素を走査しながら、走査中の注目画素の値を順次 2 値画像に変換（2 値化）する。本ハーフトーン化装置の動作について図 1 1 に示すフローチャー

ト（ステップC 1 0～C 1 2 0）に従って説明する。

まず、オペレータが、輪郭強調の程度を制御するパラメータとしてのしきい値Tを入力し（ステップC 1 0）、その後、本ハーフトーン化装置はラスタ走査を開始する（ステップC 2 0）。

【0 0 7 4】

なお、2 値化処理を開始する画素は画像の四隅のどの位置から開始してもよく、又、どの方向に処理を行なってもよい。

そして、走査終了か否かを確認し（ステップC 3 0）、走査終了ならば（ステップC 3 0のYESルート参照）、終了する。

また、走査を続行する場合には（ステップC 3 0のNOルート参照）、本ハーフトーン化装置は、次に、上述した複数の輪郭検出方法（輪郭強調用2次元デジタルフィルタの使用による方法もしくは画素値から直接的に算出する方法）の中から特定の輪郭検出方法を選択する（ステップC 4 0）。なお、この輪郭検出方法はオペレータによって選択することもできる。

【0 0 7 5】

ここで、輪郭検出方法としてラプラシアン型フィルタ（輪郭強調用2次元デジタルフィルタ）の使用が選択された場合には、上述の如くラプラシアン型フィルタを用いて輪郭値Eを算出し、この輪郭値Eとしきい値Tとを比較することにより、走査中の注目画素が輪郭上に画素であることの検出を行なう（ステップC 5 0）。

【0 0 7 6】

同様に、輪郭検出方法としてプレウィット型フィルタ（輪郭強調用2次元デジタルフィルタ）の使用が選択された場合には、上述の如くプレウィット型フィルタを用いて輪郭値Eを算出し、この輪郭値Eとしきい値Tとを比較することにより、走査中の注目画素が輪郭上に画素であることの検出を行なう（ステップC 6 0）。

【0 0 7 7】

また、画素値から直接的に算出する方法が選択された場合には、注目画素およびその周辺画素の値を加減算することにより輪郭値Eを算出し、この輪郭値Eと

しきい値Tとを比較することにより、走査中の注目画素が輪郭上に画素であることの検出を行なう（ステップC 7 0）。

次に、本ハーフトーン化装置は、ハーフトーン化方法の選択を行なう（ステップC 8 0）。具体的には、予め複数の誤差拡散法における重み付けパターンをそなえ、走査中の注目画素が輪郭上の画素であることが検出された時にのみ（輪郭遭遇時のみ）変更する方法や、この重み付けパターンを画素毎に変更する手法、更に、図 8（a），（b）に示すような他の誤差拡散法の重み付けパターンに変更する方法の中から特定のハーフトーン化方法を選択する。

【0 0 7 8】

誤差拡散法における重み付けパターンを走査中の注目画素が輪郭上の画素であることが検出された時にのみ（輪郭遭遇時のみ）変更する方法を選択した場合には（ステップC 9 0）、画像データ中において輪郭と次の輪郭との間は同一の重み付けパターンでハーフトーン化を行なう。なお、この場合において、重み付けパターンの変更の順序は、所定の順序もしくはランダムに選択して変更することが望ましい。

【0 0 7 9】

また、重み付けパターンを画素毎に変更する手法を選択した場合には（ステップC 1 0 0）、画素毎に重み付けパターンを変更しながらハーフトーン化を行なう。なお、この場合においても、重み付けパターンの変更の順序は、所定の順序もしくはランダムに選択して変更することが望ましい。

さらに、図 8（a），（b）に示すような異なる誤差拡散法の重み付けパターンに変更する方法を選択した場合においては、かかる誤差拡散法を用いてハーフトーン化を行なう（ステップC 1 1 0）。

【0 0 8 0】

その後、本ハーフトーン化装置は、RAM 1 6 上に展開された多値画像の画像データについて、次の注目画素にマトリクス 1 0 0 を移動させて次の画素に移動し（ステップC 1 2 0）、ステップC 3 0に戻る。

そして、これらの行程（ステップC 1 0～C 1 2 0）をラスタ走査が終了するまで繰り返し行なう。

【0081】

このように、本発明の一実施形態としてのハーフトーン化装置によれば、輪郭検出処理部54により注目画素が輪郭上の画素であることを検出したときに、変更処理部53により誤差拡散手法（誤差拡散法の重み付けパターン）を変更するので、誤差分散手法の変更による影響（モアレや目障りな模様）を局在化させ、これらの影響を輪郭に紛れさせることができるので、これにより、2値化後の画像において、原画像（多値画像）に無いモアレや目障りな模様（artifact）を目立たなくすることができる。

【0082】

また、輪郭処理部54により注目画素が輪郭上の画素であることを検出したときに、誤差拡散処理部52が、輪郭方向検出処理部55により検出した輪郭の方向における未走査画素の値に、注目画素についての2値化に伴って生じた誤差に応じた値（ $Z/2$ ）を加算する例外処理を行なうので、これによっても原画像（多値画像）に無いモアレや目障りな模様（artifact）を目立たなくすることができる。

【0083】

さらに、注目画素およびその周辺画素の値に基づいて注目画素についての輪郭値Eを算出して、この輪郭値Eをしきい値T（例えば128）と比較することによって、注目画素が輪郭上の画素であるか否かを検出しているので、これにより、容易に輪郭を検出することができるほか、多値画像の走査と並行して輪郭の検出を行なうことができ輪郭検出の処理を高速化することができる。

【0084】

また、このしきい値Tをオペレータが変更することにより、2値化後の画像の輪郭強調の程度（シャープネス）を変更することができ、ハーフトーン化を行なうことにより生ずる画像のボケを解消することができる。

例えば、しきい値Tを255に近づけることにより輪郭を強調することができ、又、しきい値Tを0に近づけることにより輪郭をぼかすようにすることができるのである。

【0085】

なお、輪郭検出処理部 5 4 が、ラプラシアン型フィルタやプレウィット型フィルタ等の輪郭強調用 2 次元デジタルフィルタを用いて輪郭値を算出しているので、これにより、容易に輪郭を検出することができる。

また、変更処理部 5 3 が、図 7 (a) ~ (d) に示す複数（本実施形態では 4）の重み付けパターンに基づき、誤差を注目画素周辺の複数の未走査画素に比例配分するとともに、これらの重み付けパターンを (a), (b), (c), (d), (a), (b) … の順序で選択して変更しており、誤差拡散処理部 5 2 における重み付けパターンを所定の順序で選択して変更することにより誤差拡散手法を変更するので、これによっても、原画像（多値画像）に無いモアレや目障りな模様（artifact）を目立たなくすることができる。

【0086】

さらに、変更処理部 5 3 が、図 7 (a) ~ (d) に示すような複数の重み付けパターンに基づき、誤差を注目画素周辺の複数の未走査画素に比例配分するとともに、これらの重み付けパターンをランダムに選択して変更することによっても、原画像（多値画像）に無いモアレや目障りな模様（artifact）を目立たなくすることができる。

【0087】

図 1 2 ~ 図 1 4 はそれぞれ本ハーフトーン化装置によりハーフトーン化した画像の色票の分光反射率を 0 ~ 1 0 0 % の範囲で 5 % ごとに出力した結果を示す図であり、図 1 2 はイエロ（Yellow）についての波長と分光反射率との関係を示す図、図 1 3 はマゼンタ（Magenta）についての波長と分光反射率との関係を示す図、図 1 4 はシアン（Cyan）についての波長と分光反射率との関係を示す図である。

【0088】

これらの図 1 2 ~ 図 1 4 に示すハーフトーン化処理は、しきい値 $T = 187$ として輪郭の検出を行ない、又、同一の誤差拡散法を用いて、画素毎に重み付けパターンをランダムに変更して行なったものである。

図 1 2 ~ 図 1 4 に示すように、本ハーフトーン化装置もしくはハーフトーン化手法によれば、色信号が異なると分光反射率が色味を保ったまま明度が異なるこ

と、すなわち、階調がつぶれることなく保存されていることがわかる。

【 0 0 8 9 】

なお、2 値化前の多値画像が、複数の画像からなるもの（例えば、シアン、マゼンタ、イエロおよびブラック等の複数色の画像からなるカラー画像）であって、ハーフトーン化すべき複数の画像を有しており、これらの複数の画像がほぼ同一の輪郭を有している場合に、輪郭検出処理部 5 4 により、複数の画像のうちの 1 つについてのみ輪郭上画素の検出を行ない、その検出結果を、一時的に R A M 1 6 や磁気ディスク 2 6 等に格納し、この輪郭の情報（輪郭の位置，方向等）を全ての画像に対するハーフトーン化処理を実行する際に用いてもよい。

【 0 0 9 0 】

これにより、輪郭検出処理部 5 4 により、他の画像について輪郭上画素の検出を行なうことなく全画像のハーフトーン化を行なうことができ、ハーフトーン化処理の実行速度を向上させることができる。

なお、複数の画像とは、上述の如きシアン，マゼンタ，イエロおよびブラック等の複数色の画像からなるカラー画像に限定されるものではなく、例えば、レッド，グリーンおよびブルーからなるカラー画像であってもよく、又、これ以外の画像であってもよく、カラー画像を構成するものであれば複数の画像の範疇に含まれるものとする。

【 0 0 9 1 】

また、このとき、複数の画像のうちの 1 つについての輪郭検出処理を完了してから、全ての画像の 2 値化処理を行なってもよいし、前記輪郭検出処理と並行して全ての画像の 2 値化処理を行なってもよい。

また、本ハーフトーン化装置においては、多値画像の走査時に、2 値化処理部 5 1 によって 2 値化を行なう処理と並行して、輪郭検出処理部 5 4 により輪郭値 E を算出して、注目画素が輪郭上の画素であるか否かを判断するので、ハーフトーン処理を短時間で行なうことができる。

【 0 0 9 2 】

また、本ハーフトーン化方法は、並列演算に適したものであるので、複数の C P U を用いた並列処理を行なうことができ、大きな画像の処理に際しても容易に

高速化することができる。

なお、輪郭検出処理部 5 4 による輪郭の検出に際しては、ラプラシアン型フィルタを用いた手法、プレウィット型フィルタを用いた手法、注目画素およびその周辺画素の値を加減算することによる手法のいずれの手法を用いてもよい。

【0 0 9 3】

そして、本発明は上述した実施形態に限定されるものではなく、本発明の趣旨を逸脱しない範囲で種々変形して実施することができる。

例えば、輪郭検出処理部 5 4 による輪郭の検出においては、上記実施形態に限定するものではなく、本実施形態に記載された手法以外の手法を用いてもよい。

また、注目画素およびその周辺画素の値を加減算することにより輪郭値 E を算出する際において、 X_i に $2\ 5\ 6 / 7\ 6\ 8$ ($= 1 / 3$) を乗算しているが、これに限定するものではなく、本発明の趣旨を逸脱しない範囲で種々変更して実施することができる。

【0 0 9 4】

なお、上述した実施形態に関わらず、本発明の趣旨を逸脱しない範囲で種々変形して実施することができる。

【0 0 9 5】

【発明の効果】

以上詳述したように、本発明のハーフトーン化方法およびハーフトーン化装置並びにハーフトーン化プログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体によれば、以下の効果ないし利点がある。

(1) 誤差分散手法を多値画像の走査に伴って変更するので、2 値化後の画像において、多値画像に無いモアレや目障りな模様 (artifact) を目立たなくすることができる (請求項 1, 請求項 1 5, 請求項 2 0)。

【0 0 9 6】

(2) 注目画素が輪郭上の画素であることを検出した場合に誤差分散手法を変更することにより、誤差分散手法の変更による影響 (モアレや目障りな模様 (artifact)) を局在化させ、これらの影響を輪郭に紛れさせることができるので、これによっても原画像 (多値画像) に無いモアレや目障りな模様を目立たなくす

ることができる（請求項 2，請求項 1 6，請求項 2 1）。

【0 0 9 7】

（3）画素毎に誤差拡散手法を変更することによっても原画像（多値画像）に無いモアレや目障りな模様（artifact）を目立たなくすることができる（請求項 4，請求項 1 8，請求項 2 3）。

（4）注目画素が輪郭上の画素であることを検出した場合に、輪郭の方向における未走査画素の値に、注目画素についての 2 値化に伴って生じた誤差に応じた値を加算する例外処理を行なうことにより、これによっても原画像（多値画像）に無いモアレや目障りな模様（artifact）を目立たなくすることができる（請求項 3，請求項 5，請求項 1 7，請求項 1 9，請求項 2 2，請求項 2 4）。

【0 0 9 8】

（5）注目画素およびその周辺画素の値に基づいて注目画素についての輪郭値を算出して、この輪郭値を所定値と比較することによって、注目画素が輪郭上の画素であるか否かを検出することにより、容易に輪郭を検出することができるほか、多値画像の走査と平行して輪郭の検出を行なうことができ、輪郭検出の処理を高速化することができる（請求項 6）。

【0 0 9 9】

（6）ラプラシアン型フィルタやプレウィット型フィルタ等の輪郭強調用 2 次元デジタルフィルタを用いて輪郭値を算出することにより、容易に輪郭を検出することができる（請求項 7，請求項 8，請求項 9）。

（7）注目画素およびその周辺画素の値を加減算することによって輪郭値を直接的に算出することにより、乗除算を行なうことなく輪郭値を算出することができるので、計算の負荷を減らすことができ輪郭値を高速に算出することができる（請求項 1 0）。

【0 1 0 0】

（8）複数の誤差拡散手法をそなえとともに、これらの複数の誤差拡散手法から所定の順序で誤差拡散手法を選択して変更することにより、原画像（多値画像）に無いモアレや目障りな模様（artifact）を目立たなくすることができる（請求項 1 1）。

(9) 複数の誤差拡散手法をそなえとともに、これらの複数の誤差拡散手法からランダムに選択して変更することによっても、より原画像（多値画像）に無いモアレや目障りな模様（artifact）を目立たなくすることができる（請求項 1 2）。

【0 1 0 1】

(1 0) 所定の重み付けパターンに基づき、誤差を注目画素周辺の複数の未走査画素に比例配分するとともに、この所定の重み付けパターンを変更することにより、容易且つ確実に誤算拡散手法を変更することができる（請求項 1 3）。

(1 1) ハーフトーン化すべき複数の画像がほぼ同一の輪郭を有している場合に、複数の画像のうちの 1 つについてのみ輪郭上画素の検出を行ない、その検出結果を、他の画像に対するハーフトーン化処理を実行する際に用いることにより、他の画像についての輪郭上画素の検出を行なうことなく複数画像のハーフトーン化を行なうことができ、ハーフトーン化処理の実行速度を向上させることができる（請求項 1 4）。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の一実施形態としてのハーフトーン化装置の機能的構成を示すブロック図である。

【図 2】

本発明の一実施形態としてのハーフトーン化装置を実現するためのコンピュータシステムの構成を示すブロック図である。

【図 3】

輪郭強調用 2 次元デジタルフィルタを適用する方法を説明するための図である。

【図 4】

(a) , (b) はそれぞれラプラシアン型フィルタを示す図である。

【図 5】

(a) , (b) はそれぞれプレウィット型フィルタを示す図である。

【図 6】

輪郭の方向を説明するための図である。

【図 7】

(a) ~ (d) はそれぞれ誤差拡散法における重み付けパターンを示す図である。

【図 8】

(a) は Jarvis, Judice and Ninke による誤差拡散法の重み付けパターンを示す図、(b) は Stucki による誤差拡散法の重み付けパターンを示す図である。

【図 9】

本発明の一実施形態としてのハーフトーン化装置の輪郭の前後で誤差拡散手法を変更する場合における各部の動作を説明するためのフローチャートである。

【図 10】

本発明の一実施形態としてのハーフトーン化装置の画素毎に誤差拡散手法を変更する場合における各部の動作を説明するためのフローチャートである。

【図 11】

本発明の一実施形態としてのハーフトーン化装置の動作を説明するためのフローチャートである。

【図 12】

イエロについての波長と分光反射率との関係を示す図である。

【図 13】

マゼンタについての波長と分光反射率との関係を示す図である。

【図 14】

シアンについての波長と分光反射率との関係を示す図である。

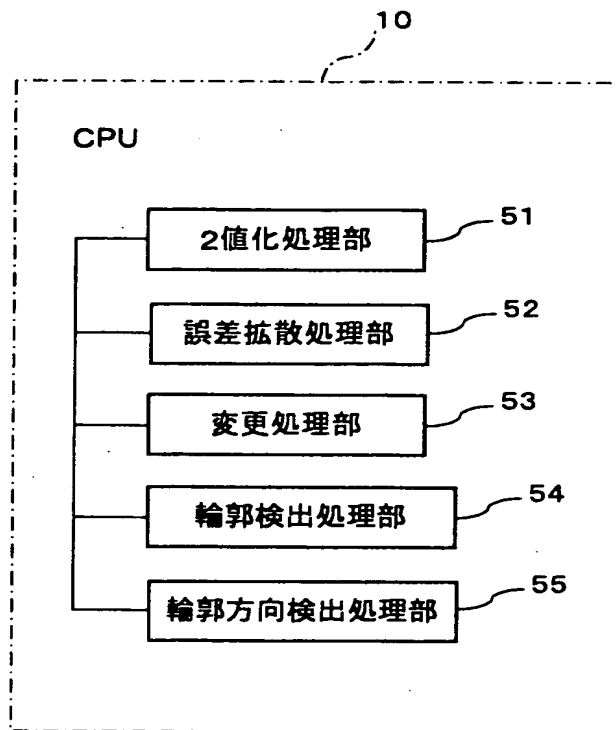
【符号の説明】

- 10 CPU
- 12 バスライン
- 14 ROM
- 16 RAM
- 18 入出力インターフェース (I/O)
- 20 キーボード

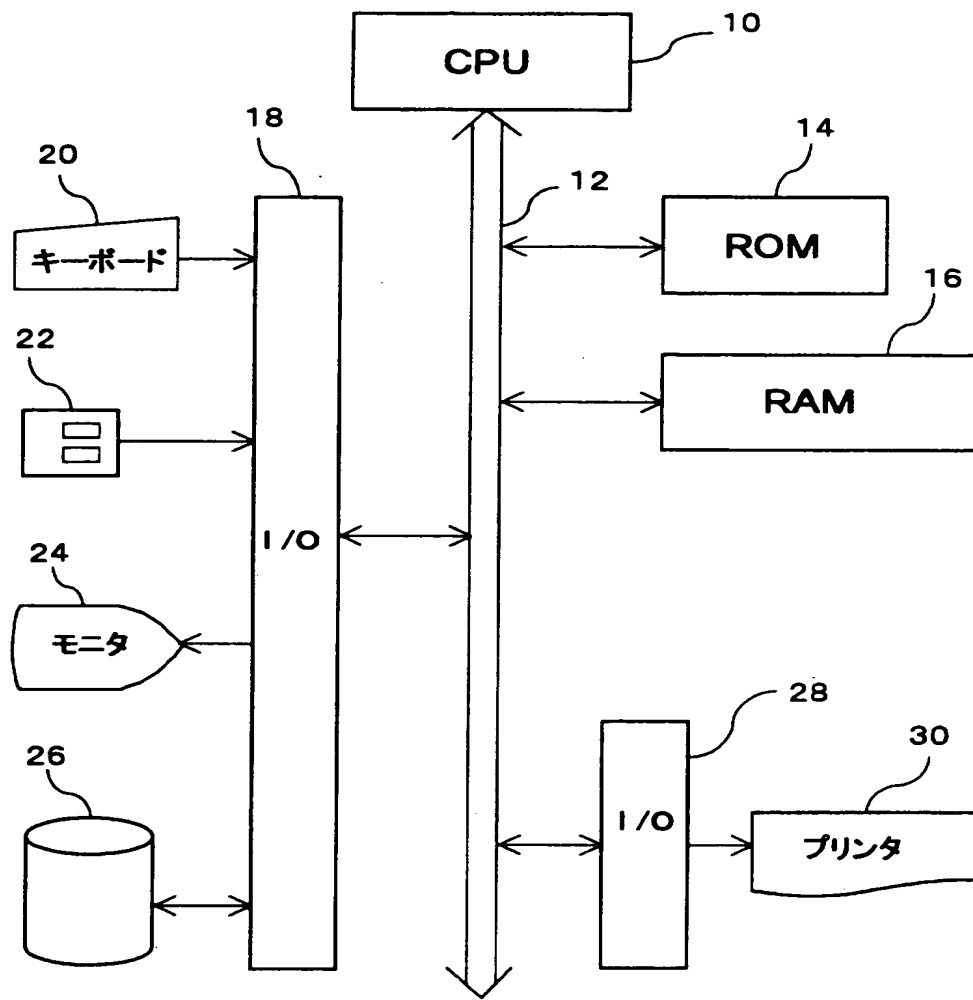
2 2 マウス
2 4 モニタ
2 6 磁気ディスク
2 8 入出力インターフェース (I / O)
3 0 プリンタ
5 1 2 値化処理部
5 2 誤差拡散処理部
5 3 変更処理部
5 4 輪郭検出処理部
5 5 輪郭方向検出処理部
1 0 0 マトリクス

【書類名】 図面

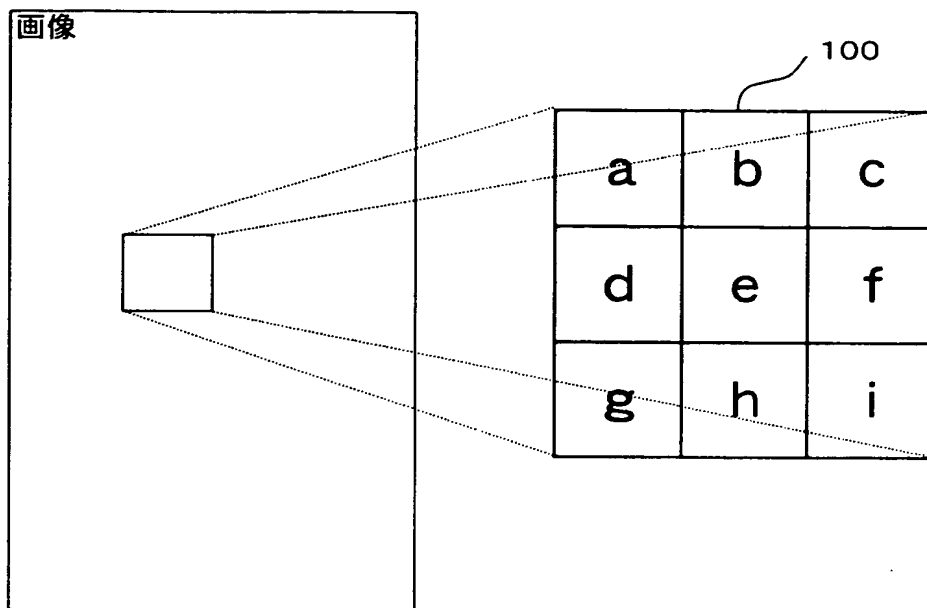
【図 1】



【図 2】



【図 3】



【図 4】

(a)

0	-1	0
-1	4	-1
0	-1	0

(b)

1	-2	1
-2	4	-2
1	-2	1

【図 5】

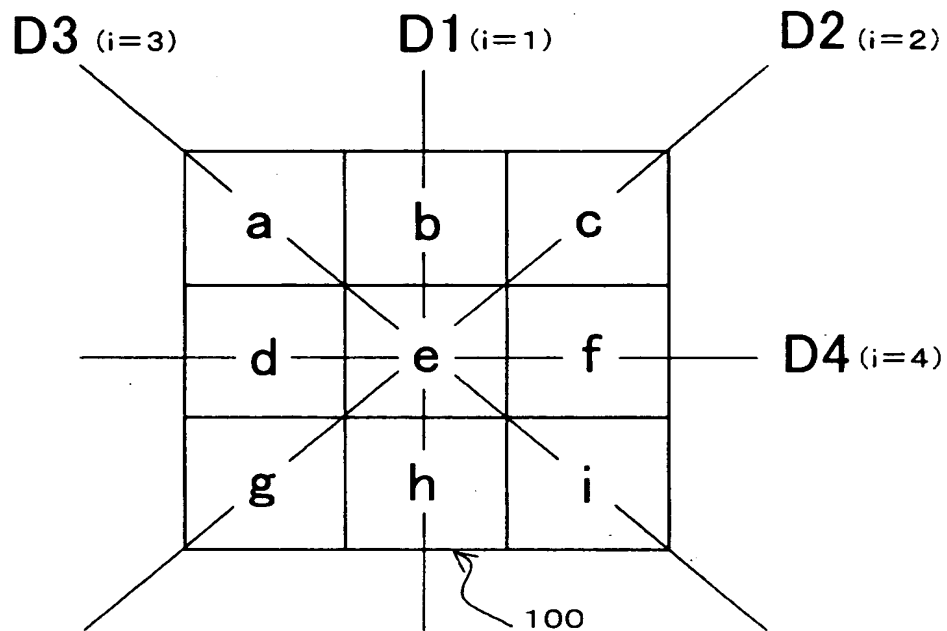
(a)

$$\sqrt{\left(\begin{array}{|c|c|c|} \hline 1 & 0 & -1 \\ \hline 1 & 0 & -1 \\ \hline 1 & 0 & -1 \\ \hline \end{array} \right)^2 + \left(\begin{array}{|c|c|c|} \hline 1 & 1 & 1 \\ \hline 0 & 0 & 0 \\ \hline -1 & -1 & -1 \\ \hline \end{array} \right)^2}$$

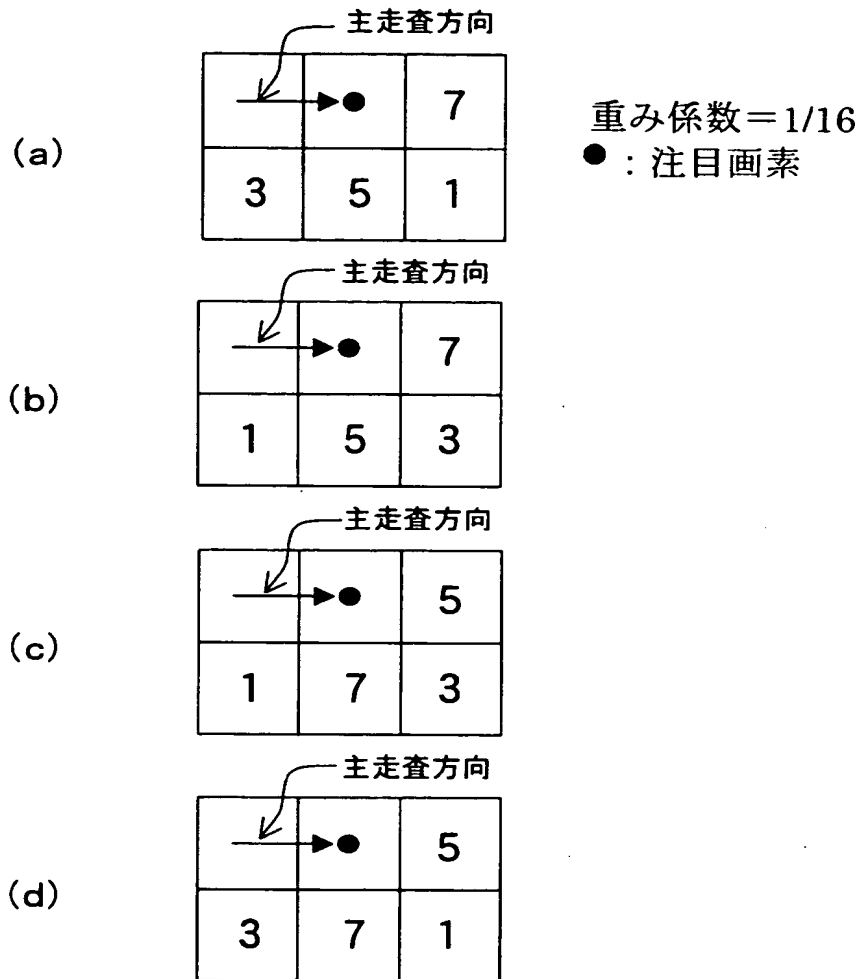
(b)

$$\sqrt{\left(\begin{array}{|c|c|c|} \hline -1 & 0 & 1 \\ \hline -1 & 0 & 1 \\ \hline -1 & 0 & 1 \\ \hline \end{array} \right)^2 + \left(\begin{array}{|c|c|c|} \hline -1 & -1 & -1 \\ \hline 0 & 0 & 0 \\ \hline 1 & 1 & 1 \\ \hline \end{array} \right)^2}$$

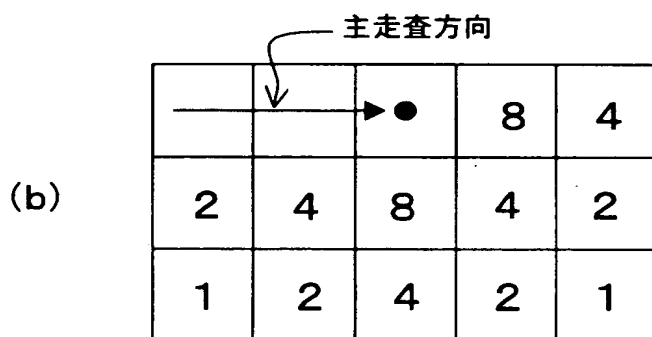
【図 6】



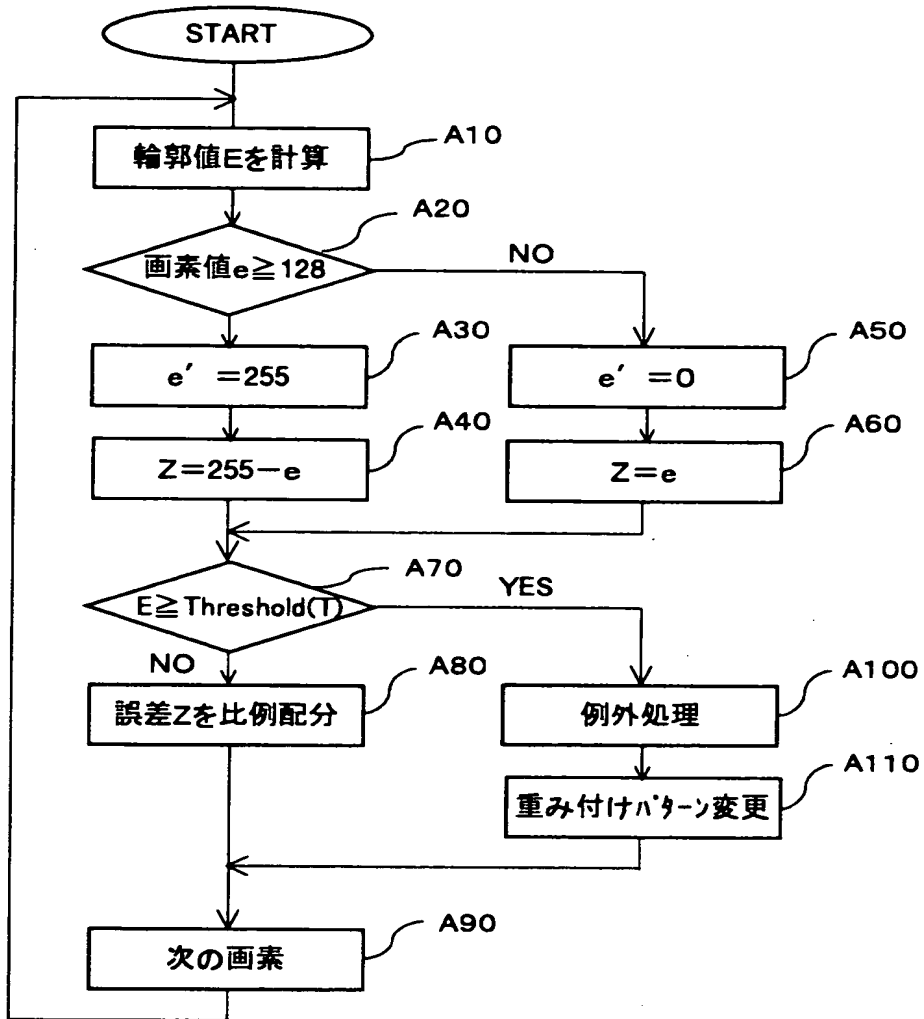
【図 7】



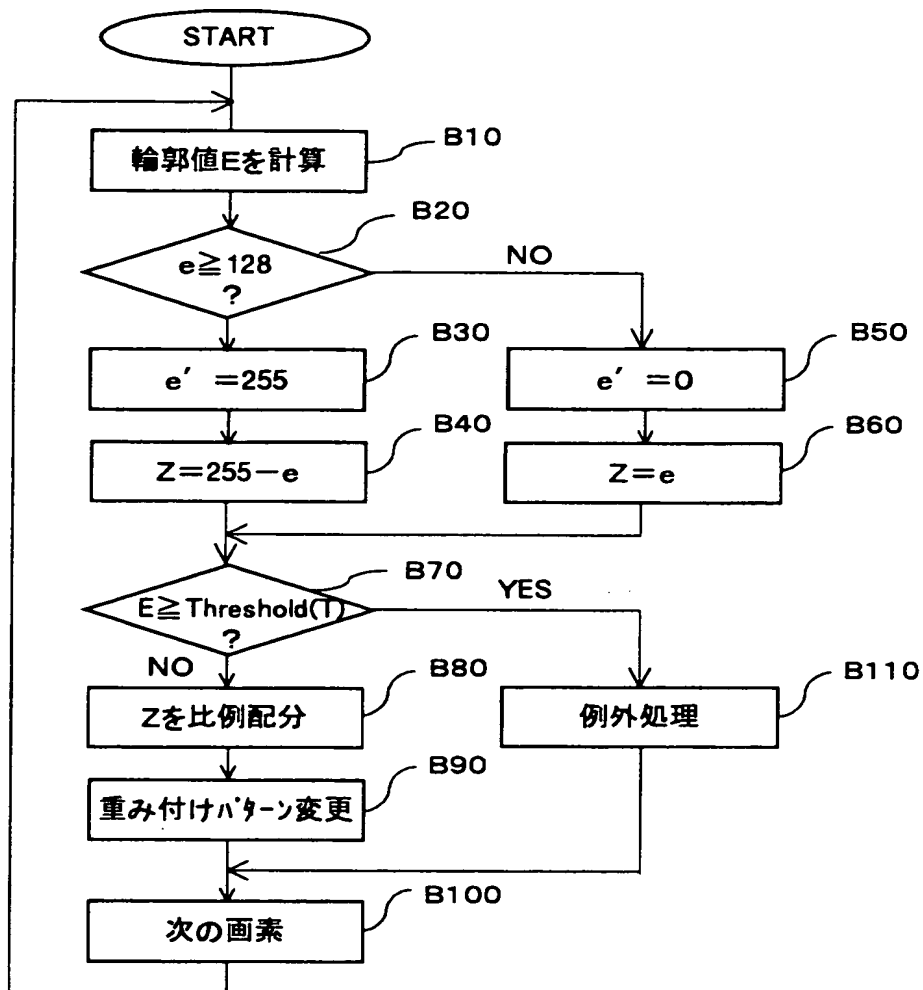
【図 8】



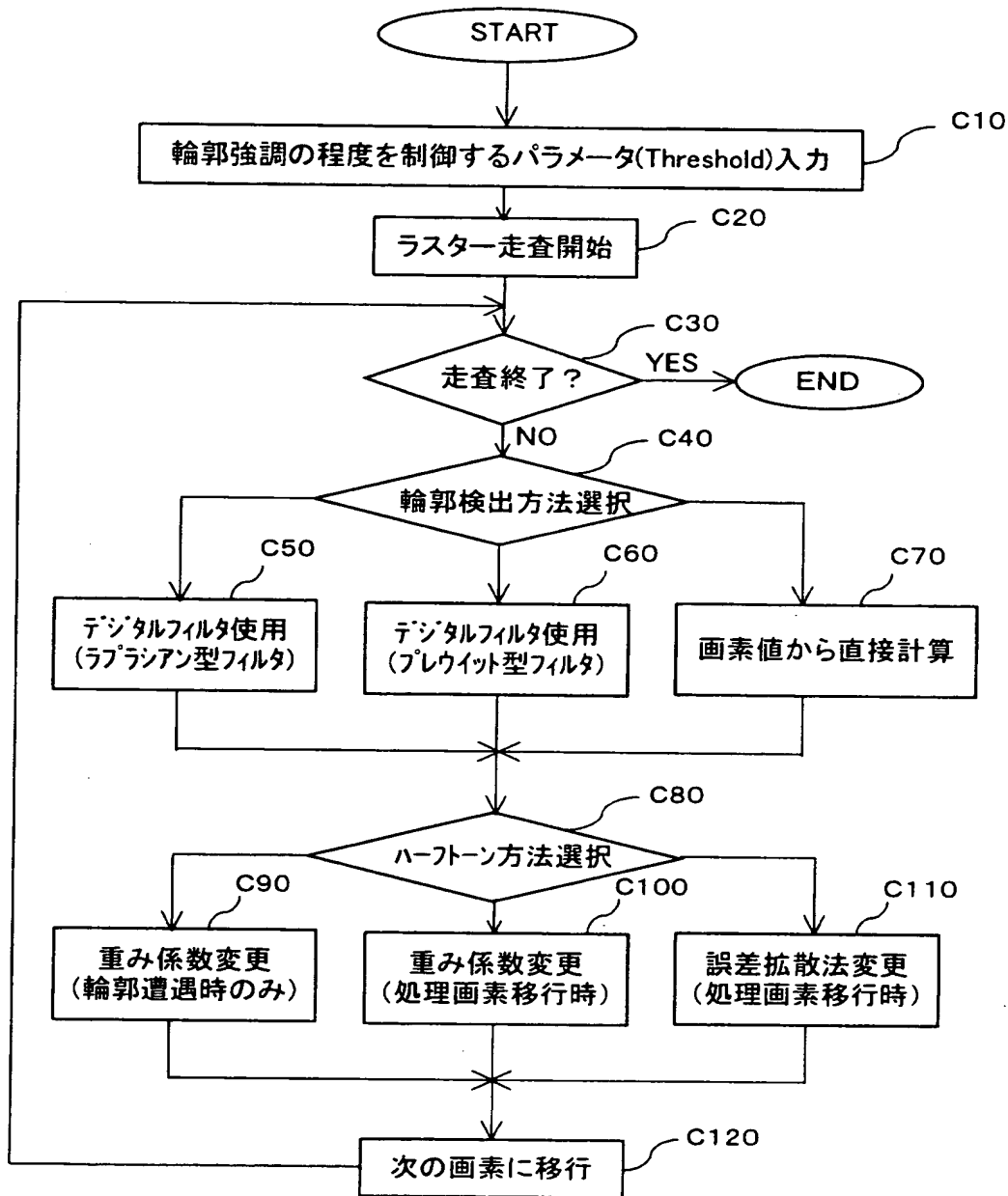
【図 9】



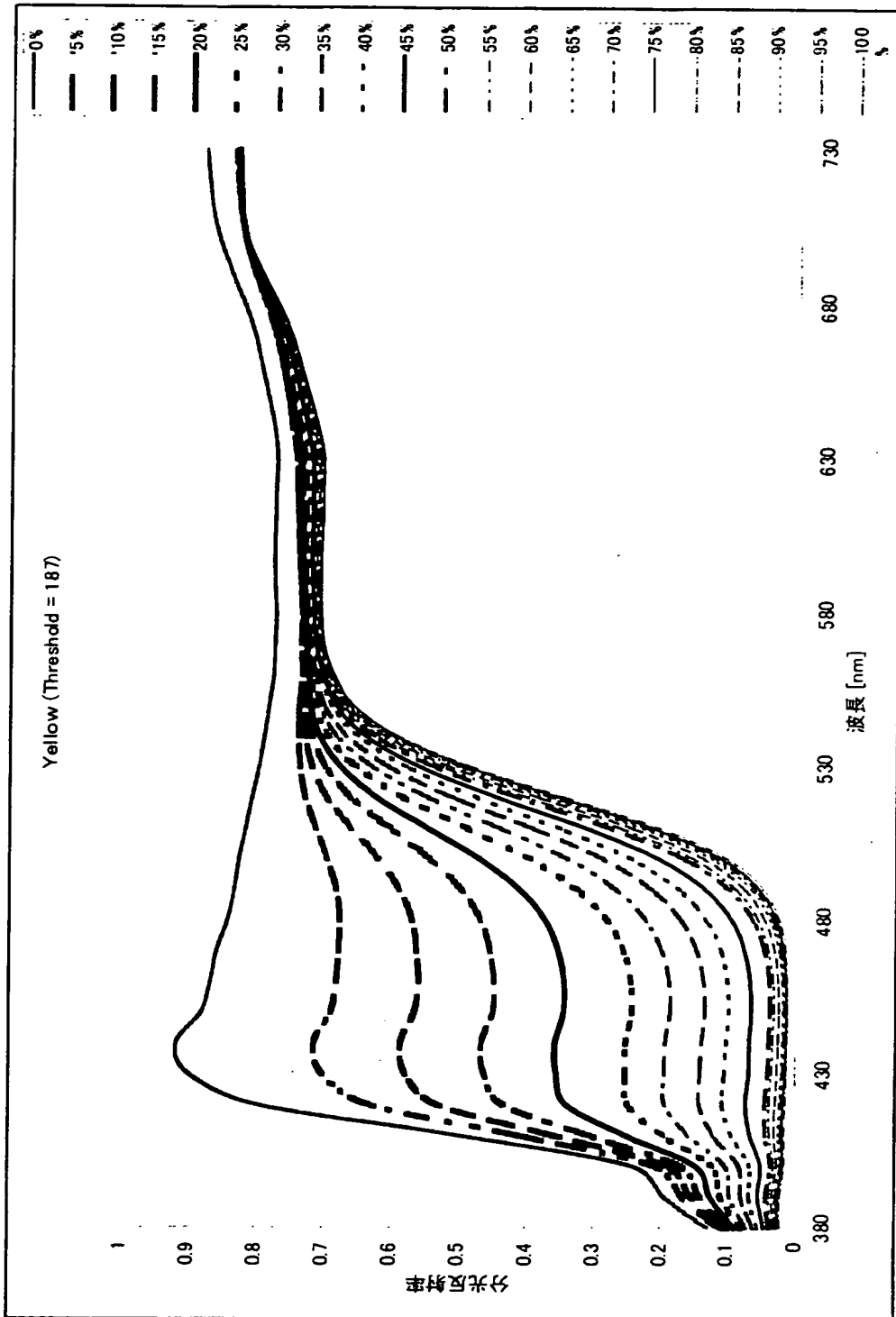
【図 1 0】



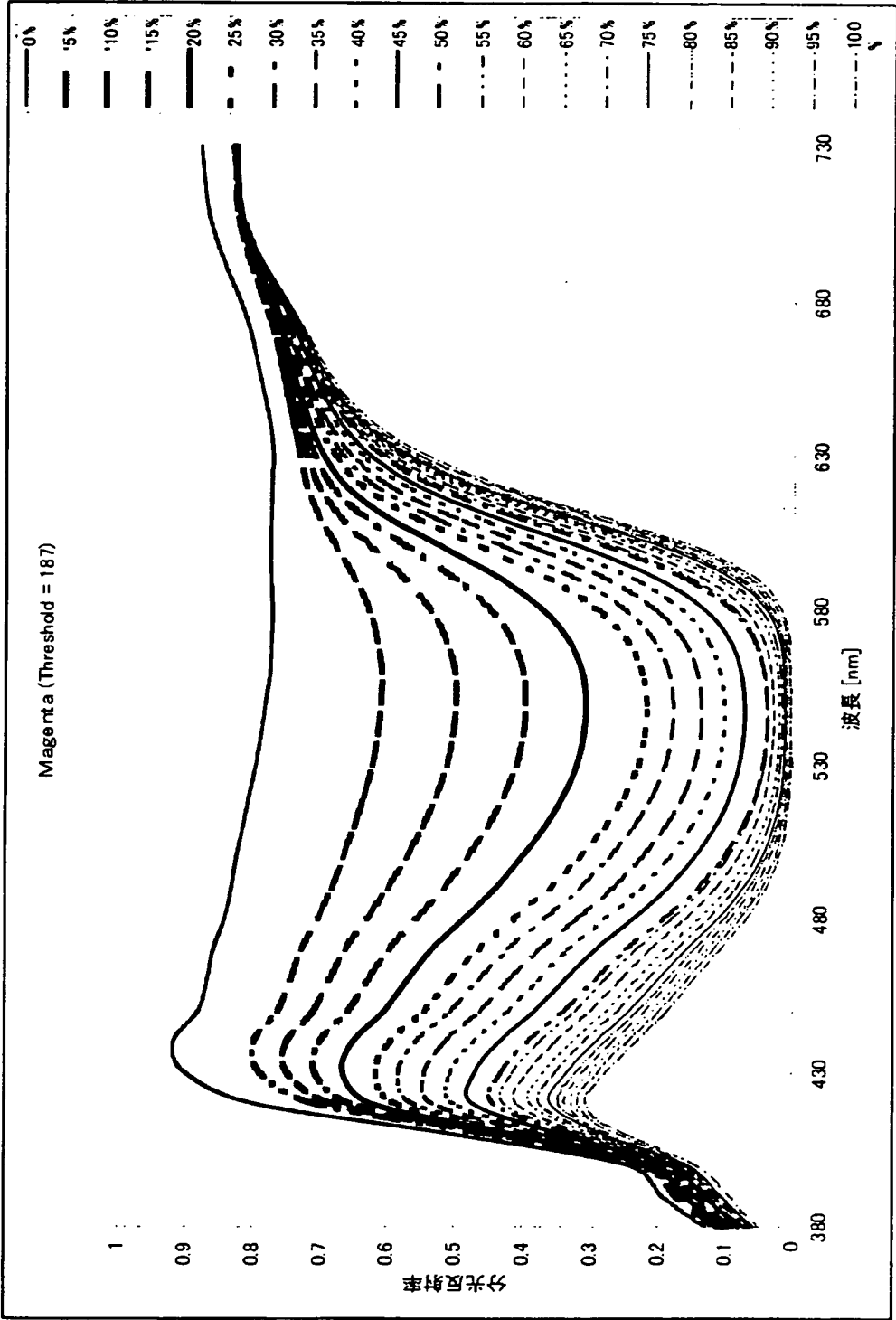
【図 1 1】



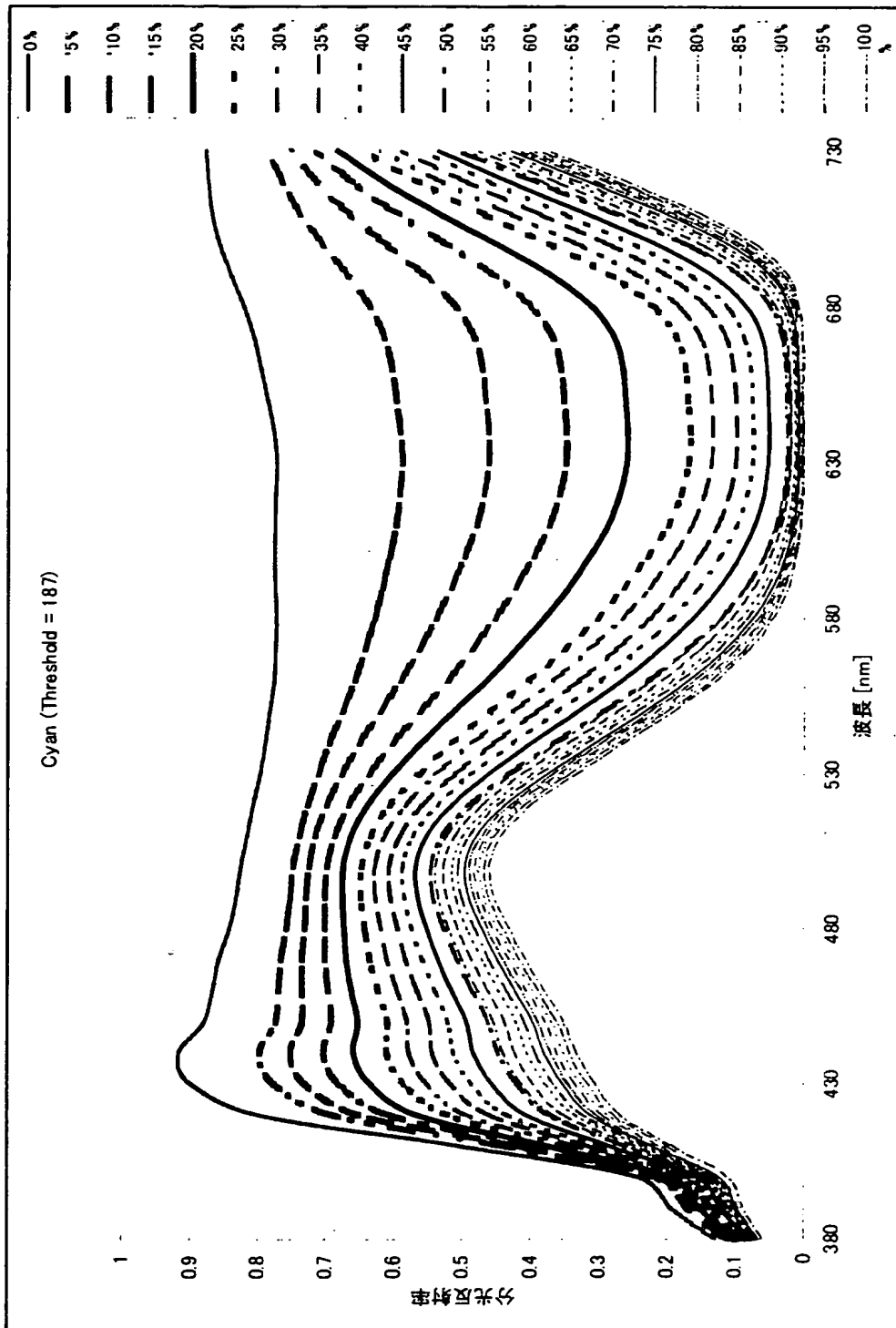
【図 1 2】



【図 1 3】



【図 1 4】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 簡易な手法で、モアレや目障りな模様の発生を確実に抑制することができるようにする。

【解決手段】 多値画像を成す画素を走査しながら走査中の注目画素の値を 2 値化する 2 値化処理部 5 1 と、注目画素について 2 値化に伴って生じた誤差を、注目画素周辺の未走査画素に拡散させる誤差拡散処理部 5 2 と、その誤差拡散処理部 5 2 での誤差拡散手法を、多値画像の走査に伴い、所定の方式に従って変更する変更処理部 5 3 とを含むように構成する。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [0 0 0 0 0 5 2 2 3]

1. 変更年月日 1 9 9 6 年 3 月 2 6 日

[変更理由] 住所変更

住 所 神奈川県川崎市中原区上小田中 4 丁目 1 番 1 号

氏 名 富士通株式会社